



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 125 262<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>6</sup> G 01 N 33/22

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95109901/25, 25.10.1993  
(30) Приоритет: 23.10.1992 NL 9201845  
(46) Дата публикации: 20.01.1999  
(56) Ссылки: SU 1693504 A1, 23.11.91. SU 1599741 A1, 15.10.90. SU 1485106 A1, 13.09.89. EP 0560501 A2, 15.09.93. EP 0304266 A1, 22.02.89. EP 0628815 A1, 14.12.94.  
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 21.04.95  
(87) Публикация РСТ: WO 94/10566 (11.05.94)  
(98) Адрес для переписки: 103735 Москва, ул.Ильинка 5/2, Союзпатент Дудушкину С.В.

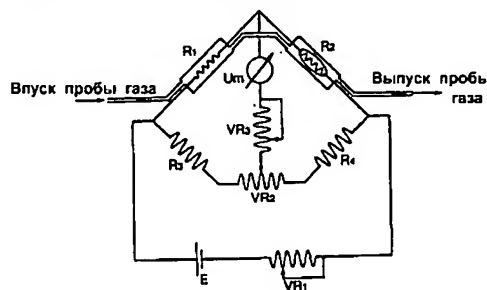
(71) Заявитель: Гастек Н.В. (NL)  
(72) Изобретатель: Йохан Адрианус Тильманн Хернеманн (NL)  
(73) Патентообладатель: Гастек Н.В. (NL)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОТВОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРЮЧЕГО ГАЗА, СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ВОББЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПОСОБОВ

(57) Реферат:

Определенное количество газа пропускают через устройство обнаружения углеводородов и сигнал с детектора углеводородов интегрируют. Полученное значение сравнивают с калибровочными значениями и вычисляют из них значение теплотворной способности. Индекс Воббе определяют по полученному значению теплотворной способности и плотности природного газа. Устройства для определения теплотворной способности и определения индекса Воббе содержат средство для точного взятия пробы, устройство обнаружения углеводородов, средство интегрирования сигнала, средство сравнения интегрированного сигнала с калибровочными

значениями. Предложенный способ обеспечивает определение теплотворной способности без сжигания анализируемого газа. 4 с. и 8 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг.1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 125 262** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 01 N 33/22**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

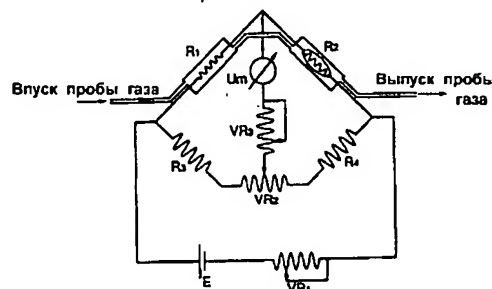
(21), (22) Application: 95109901/25, 25.10.1993  
(30) Priority: 23.10.1992 NL 9201845  
(46) Date of publication: 20.01.1999  
(85) Commencement of national phase: 21.04.95  
(87) PCT publication:  
WO 94/10566 (11.05.94)  
(98) Mail address:  
103735 Moskva, ul.Ill'inka 5/2, Sojuzpatent  
Dudushkinu S.V.

(71) Applicant:  
Gastek N.V. (NL)  
(72) Inventor: Jokhan Adrianus Til'mann  
Khernemann (NL)  
(73) Proprietor:  
Gastek N.V. (NL)

(54) **METHOD DETERMINING CALORIFIC POWER OF COMBUSTIBLE GAS AND DEVICE FOR ITS REALIZATION**

(57) **Abstract:**

FIELD: measurement technology.  
SUBSTANCE: definite amount of gas is let pass through device detecting hydrocarbons and signal from hydrocarbon detector is integrated. Obtained value is compared with calibration value and calorific power is computed on this basis. Device determining calorific value has aid for precise sampling, hydrocarbon detector, signal integrator, comparator comparing integrated signal with calibration values. EFFECT: determination of calorific power without burning of analyzed gas. 12 cl, 5 dwg



Фиг.1

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для определения теплотворной способности горючего газа и к способу и устройству для определения индекса Воббе природного газа.

Теплотворную способность горючих газов, например, природного газа и другого газообразного топлива необходимо определять по ряду причин.

Известно, что когда используют природный газ из различных источников, то состав и, следовательно, теплотворная способность различных газов не являются одинаковыми. Для потребителя важно знать теплотворную способность, чтобы можно было компенсировать отклонения этих характеристик в конкретных условиях использования. Стоимость газа также связана с его теплотворной способностью.

Теплотворную способность газа можно определить путем сжигания газа в определенных условиях и измерения при этом теплоты сгорания. Из различных данных для пробы газа, например, его массы, теплосодержания, повышения температуры и т.п., можно точно определить теплотворную способность газа. Однако такой способ является сложным и трудоемким и, следовательно, он не пригоден для быстрого определения на месте теплотворной способности газа.

Таким образом, существует необходимость в способе, который позволит измерять теплотворную способность горючего газа быстро и точно.

Что касается определения индекса Воббе природного газа, то при его определении также важны быстрдействие и точность.

Настоящее изобретение относится к способу определения теплотворной способности горючего газа, который отличается тем, что точно определенное количество газа пропускают через устройство обнаружения углеводородов, при этом полученный сигнал интегрируют, полученное таким образом значение сравнивают с калибровочными значениями и вычисляют из них значение теплотворной способности.

При этом в качестве устройства обнаружения углеводородов предпочтительно используют детектор углеводорода, основанный на каталитическом горении или пламенно-ионизационный детектор.

Такие детекторы являются коммерчески доступными, они содержат в числе прочего камеру сгорания, в которой расположен термочувствительный проволочный резистор с нанесенным на него катализатором для каталитического сжигания углеводородов. Если проволочный резистор находится в контакте с горючим газом, то происходит горение, при этом сопротивление проволоки изменяется. Это изменение сопротивления можно определить, например, посредством моста Уитстона.

Заявителем было установлено, что через такое детекторное устройство можно пропускать известное количество газа и получать надежное значение теплотворной способности по результату измерения. Полученный заявителем результат является неожиданным, поскольку такие детекторы не основаны на сжигании всего количества газа, а предусматривают сжигание только его части. Тем не менее установлено, что сигнал

от такого детектора можно использовать для получения надежного результата измерения.

Таким образом, если через детектор углеводорода пропустить точно известное количество горючего газа, например, природного газа, то результат, полученный после интегрирования сигнала, т.е. после определения области под кривой, является значением, которое после сравнения с калибровочной характеристикой точно указывает теплотворную способность газа.

В упомянутом способе предпочтительно определяют теплотворную способность природного газа, синтез-газа, горючего газа, очищенного газа или пиролизного газа, при этом газ, у которого определяют теплотворную способность, пропускают из главного потока через трубопровод для взятия пробы, трубопровод для взятия пробы отключают от главного потока, и содержимое трубопровода для взятия пробы пропускают по меньшей мере через одно устройство обнаружения углеводородов.

Устройство для определения теплотворной способности горючего газа, соответствующее изобретению, содержит средство для точного взятия пробы, устройство обнаружения углеводородов, средство интегрирования сигнала, полученного устройством обнаружения углеводородов, средство сравнения интегрированного сигнала с калибровочными значениями и вычисления теплотворной способности газа.

Изобретение также относится к способу определения индекса Воббе природного газа, в котором точно определенное количество газа пропускают через устройство обнаружения углеводородов, полученный сигнал интегрируют, полученное таким образом значение сравнивают с калибровочными значениями, вычисляют из них значение теплотворной способности и определяют индекс Воббе по этому значению теплотворной способности и по полученной плотности природного газа.

При этом плотность газа предпочтительно определяют при помощи катарометра, а в качестве устройства обнаружения углеводородов используют детектор углеводорода, основанный на каталитическом горении, или пламенно-ионизационный детектор.

В указанном способе предпочтительно определяют теплотворную способность природного газа, синтез-газа, горючего газа, очищенного газа или пиролизного газа, при этом газ, у которого определяют индекс Воббе, пропускают из главного потока через трубопровод для взятия пробы, трубопровод для взятия пробы отключают от главного потока, содержимое трубопровода для взятия пробы пропускают по меньшей мере через одно устройство обнаружения углеводородов.

Соответствующее изобретению устройство для определения индекса Воббе природного газа содержит средство для точного взятия пробы, устройство обнаружения углеводородов, средство интегрирования сигнала, полученного устройством обнаружения углеводородов, средство сравнения интегрированного сигнала с калибровочными значениями, средство определения плотности природного газа, например, катарометр, и средство

вычисления индекса Воббе по плотности и теплотворной способности.

Важным преимуществом способа в соответствии с изобретением является его простота, скорость и точность, с которой можно выполнять определения вышеуказанных характеристик. Определение может быть осуществлено за несколько десятков секунд. Это может быть весьма важным, в частности, для процессов контроля крупномасштабного потребления газа. Точность измерения теплотворной способности весьма высока, причем ошибка составляет менее 0,05%.

Согласно изобретению газ, теплотворная способность которого должна определяться, может проходить из основного потока по трубопроводу для взятия пробы, затем трубопровод для взятия пробы отключается от главного потока и его содержимое направляется полностью через детекторное устройство. При необходимости, газ может быть разбавлен. Способ, в соответствии с изобретением, можно осуществлять просто при помощи множества клапанов, например, двухходовых клапанов, как описано ниже. Могут использоваться и другие средства, например, двух-, трех- или шестиходовые клапаны. Такой системой можно успешно управлять при помощи компьютера, который обеспечивает не только управление устройством, но и вычисление теплотворной способности и/или индекса Воббе по данным измерений.

Также можно использовать и другие средства подачи точного количества газа в измерительное устройство. Например, можно использовать систему, основанную на импульсном методе. Таким образом, можно также подавать газ в детектор импульсами. В этом случае можно получить синусоидальный сигнал измерений, амплитуда которого является мерой теплотворной способности.

Изобретение поясняется на примерах его осуществления, иллюстрируемых чертежами, на которых представлено следующее: на фиг. 1 - схема измерений; на фиг. 2 - схематичное представление измерительной ячейки; на фиг. 3 - графики измеряемых сигналов; на фиг. 4 - изображение термостатированного корпуса с размещенными в нем средствами измерения; на фиг. 5 - возможный вариант осуществления калориметра.

Согласно фиг. 1 проба газа проходит через две измерительные ячейки, в которых расположены нити  $R_1$  и  $R_2$ . На нить  $R_2$  нанесен каталитический материал. Если в проходящем воздухе присутствует газ, то количество тепла, образующегося на нити  $R_2$  в результате каталитического горения, будет больше, чем количество тепла на нити  $R_1$ . В результате дополнительно образующегося тепла температура нити  $R_2$  и, следовательно, электрическое сопротивление нити  $R_2$  становятся выше, чем у нити  $R_1$ .

Электрическое равновесие мостовой схемы нарушается и результирующий измеренный сигнал  $U_m$  является мерой дополнительно выделенного тепла на нити  $R_2$ .

Температуру нитей и катализатора устанавливают при помощи регулятора напряжения VR 1. Нулевую точку

устанавливают регулятором напряжения VR 2. Посредством VR 3 устанавливают диапазон измерений.

Эталонная ячейка и ячейка каталитического измерения термически связаны. Обе ячейки расположены в сплошном термически инертном измерительном блоке. В результате изменения в температуре окружающей среды и температуре воздуха для пробы оказывают минимальное влияние на измеряемый сигнал.

На фиг. 2 схематически показано возможное выполнение измерительной ячейки. В стационарных условиях при постоянном отношении содержаний воздух/газ выделяющееся на нити тепло будет частично удаляться через стенку ячейки и частично с потоком воздуха

$$Q_f = C_1(T_k - T_g) Q_w = C_2(T_k - T_w),$$

$$Q_1 = Q_f - Q_w = C_1(T_k - T_g) + C_2(T_k - T_w) = C_1 T_k - C_1 T_g + C_2 T_k - C_2 T_w,$$

$$U_m = C_m \cdot Q_1 = (C_1 + C_2) T_k - C_1 T_g - C_2 T_w,$$

$$U_m = C_m [(C_1 + C_2) T_k - C_1 T_g - C_2 T_w].$$

В случае небольшого изменения отношения содержания воздух/газ или состава газа будет изменяться сначала  $T_k$

$$\Delta U_m = C_m [(C_1 + C_2) \Delta T_k - C_1 \Delta T_g - C_2 \Delta T_w].$$

За счет термической инерции измерительного блока величина  $T_w$  будет регулироваться после некоторого отрезка времени до нового термического равновесия. В результате величина  $U_m$  будет достигать значения равновесия только по истечении некоторого времени.

Температура подаваемого воздуха также влияет на  $U_m$ . Если небольшое количество измеряемого газа вводят в поток воздуха в измерительной ячейке, то  $T_w$  будет едва ли изменяться во время прохождения газа из-за тепловой инерции. Измеряемый сигнал не подвергается влиянию этой инерции.

При использовании контура анализа пробы измеряемый сигнал имеет форму кривой Гаусса. Площадь кривой пропорциональна энергии, образующейся в результате каталитического горения. Изменение потока воздуха приводит к тому, что кривая становится более или менее крутой (кривые 1 и 2 на фиг. 3). Однако площадь под кривой Гаусса остается постоянной.

Интегрированное значение измеренного сигнала всегда дает корректное значение для генерируемой энергии сжигаемого количества газа. При применении одной измерительной ячейки на максимум получаемой кривой будут влиять параметры  $T_g$  и  $T_w$ . Эти эффекты уменьшаются до значительной степени за счет применения некаталитической эталонной ячейки, соединенной с мостовой схемой. Поскольку две измерительные ячейки не являются полностью геометрически идентичными, то может оказаться необходимым для достижения требуемой точности и воспроизводимости измерительной системы, разместить измерительный блок в термостатированном корпусе, при этом анализируемый газ, до его входа в измерительные ячейки, будет проходить через теплообменник, который термически соединен с корпусом. Температура в этом корпусе должна быть постоянной, например, на несколько градусов

выше температуры окружающей среды.

Возможный вариант выполнения показан на фиг. 4.

На фиг. 4 показан термостатированный корпус, в котором для улучшения точности измерения и стабильности размещен измерительный блок, включающий в себя две измерительные ячейки и элементы, образующие совместно электронный измерительный мост. Температуру стенки ящика регулируют электронными средствами до температуры примерно на  $10^{\circ}$  выше максимальной температуры окружающей среды. Электрический ток для измерительного моста подается от стабилизированного электронными средствами источника питания.

На фиг. 5 показан возможный вариант выполнения калориметра в соответствии с изобретением. Система состоит из трех функциональных элементов: средства отбора пробы, средства взятия пробы и системы перепуска.

Для калибровки предусмотрена возможность отбора пробы. Посредством переключения клапанов в измерительную систему можно направлять различные газы для калибровки.

Система отбора пробы содержит показанные на фиг. 5 два четырехходовых клапана 1 и 2 и контур для пробы. С помощью этой системы можно отбирать точно воспроизводимое количество газа для анализа. Первым условием для этого является наличие выхода в атмосферу, необходимого при выпуске, и контура для пробы, сечение которого достаточно для пропускания сквозного потока при предварительном давлении пробы газа примерно 10 мбар. Вторым условием является то, что клапаны 1 и 2 последовательно переключаются через короткие интервалы. При переключении клапана 1 анализируемый газ изолируется в контуре для пробы. Посредством переключения клапана 2 это изолированное количество газа проходит через показанную на фиг. 5 обводную систему в подающий трубопровод каталитического детектора.

При такой системе потока влияние газа, предварительного давления и объема контура для пробы не является критическим для точности измерения.

Обводная система позволяет контролировать смещение измеряемого газа с воздухом. Концентрация газа, которая не должна превышать максимальный предел для детектора, обычно составляющий 5%, регулируется посредством игольчатого клапана.

Требуемый воздух можно подавать из цилиндра давления. Поскольку предварительное давление низкое, например, примерно 10 мбар, то требуемую подачу воздуха можно также обеспечить посредством включения насоса в выпускном трубопроводе каталитического детектора с использованием воздуха окружающей среды. В этом случае подающий трубопровод в обводной системе может быть снабжен фильтром с активированным углем для отфильтровывания любых углеводородов и других горючих компонентов, присутствующих в наружном воздухе.

В комбинации с этой системой

предпочтительно используют компьютер для обработки данных для получения максимального значения теплоты сгорания газа. При этом компьютер может также обеспечить управление всего процесса взятия пробы.

В этом случае, когда устройство, соответствующее изобретению, используют для определения индекса Воббе природного газа дополнительно к определению верхнего значения (Hs) теплотворной способности, то также необходимо определять плотность газа

$$\rho = \frac{H_s}{\sqrt{d}}$$

Если в подающий трубопровод каталитического детектора включен соответствующий датчик массового расхода, то измерительная система может также определять индекс Воббе. Этот датчик массового расхода можно также разместить параллельно с калориметром.

Сигнал датчика массового расхода имеет форму, соответствующую кривой Гаусса. Интеграл этого сигнала  $S_m$  является мерой массы газа в пробе воздуха

$$d = \frac{S_m}{\int_{t_1}^{t_2} S_m dt} - \phi_{фон}$$

### Формула изобретения:

1. Способ определения теплотворной способности горючего газа, отличающийся тем, что точно определенное количество газа пропускают через устройство обнаружения углеводородов, полученный сигнал интегрируют, полученное таким образом значение сравнивают с калибровочными значениями и вычисляют из них значение теплотворной способности.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве устройства обнаружения углеводородов используют детектор углеводорода, основанный на каталитическом горении, или пламенно-ионизационный детектор.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что определяют теплотворную способность природного газа, синтез-газа, горючего газа, очищенного газа или пиролизного газа.

4. Способ по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что газ, у которого определяют теплотворную способность, пропускают из главного потока через трубопровод для взятия пробы, трубопровод для взятия пробы отключают от главного потока, и содержимое трубопровода для взятия пробы пропускают по меньшей мере через одно устройство обнаружения углеводородов.

5. Устройство для определения теплотворной способности горючего газа, отличающееся тем, что содержит средство для точного взятия пробы, устройство обнаружения углеводородов, средство интегрирования сигнала, полученного устройством обнаружения углеводородов, средство сравнения интегрированного сигнала с калибровочными значениями и вычисления теплотворной способности газа.

6. Способ определения индекса Воббе природного газа, отличающийся тем, что точно определенное количество газа пропускают через устройство обнаружения

углеводородов, полученный сигнал интегрируют, полученное таким образом значение сравнивают с калибровочными значениями, вычисляют из них значение теплотворной способности и определяют индекс Воббе по этому значению теплотворной способности и по полученной плотности природного газа.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что плотность газа определяют при помощи катарометра.

8. Способ по п.6 или 7, отличающийся тем, что в качестве устройства обнаружения углеводородов используют детектор углеводорода, основанный на каталитическом горении, или пламенно-ионизационный детектор.

9. Способ по любому из пп.6 - 8, отличающийся тем, что определяют теплотворную способность природного газа, синтез-газа, горючего газа, очищенного газа или пиролизного газа.

10. Способ по любому из пп.6 - 9, отличающийся тем, что газ, у которого

определяют индекс Воббе, пропускают из главного потока через трубопровод для взятия пробы, трубопровод для взятия пробы отключают от главного потока, содержимое трубопровода для взятия пробы пропускают, по меньшей мере, через одно устройство обнаружения углеводородов.

11. Устройство для определения индекса Воббе природного газа, отличающееся тем, что содержит средство для точного взятия пробы, устройство обнаружения углеводородов, средство интегрирования сигнала, полученного устройством обнаружения углеводородов, средство сравнения интегрированного сигнала с калибровочными значениями, средство определения плотности природного газа и средство вычисления индекса Воббе по плотности и теплотворной способности.

12. Устройство по п.11, отличающееся тем, что в качестве устройства для определения плотности газа использован катарометр.

25

30

35

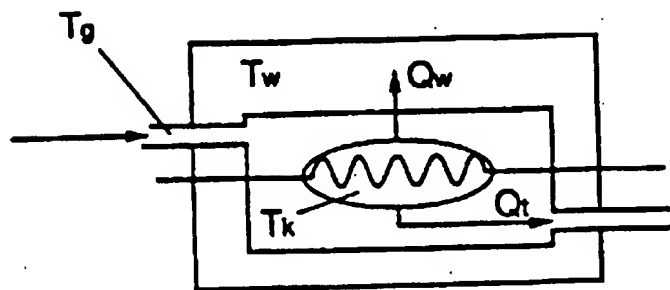
40

45

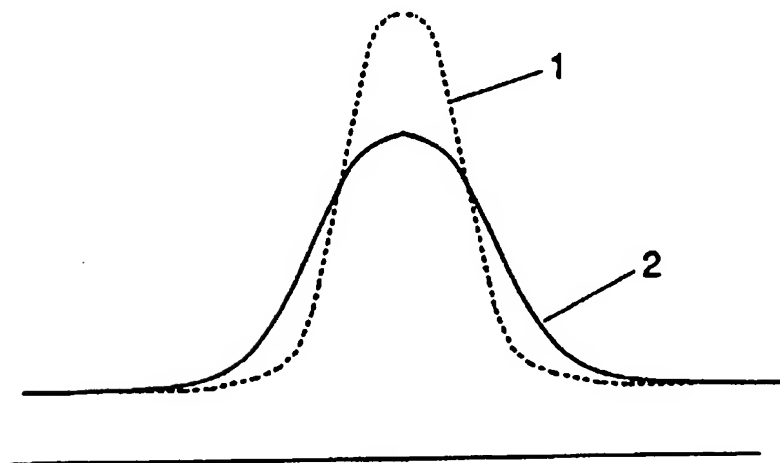
50

55

60



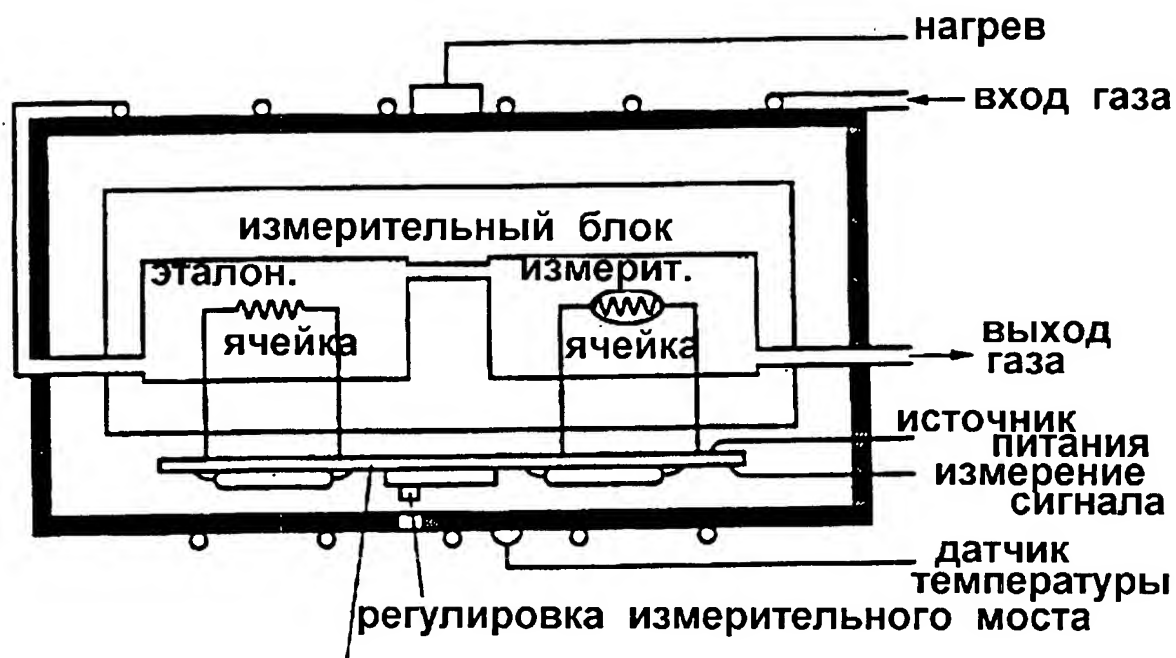
Фиг.2



Фиг.3

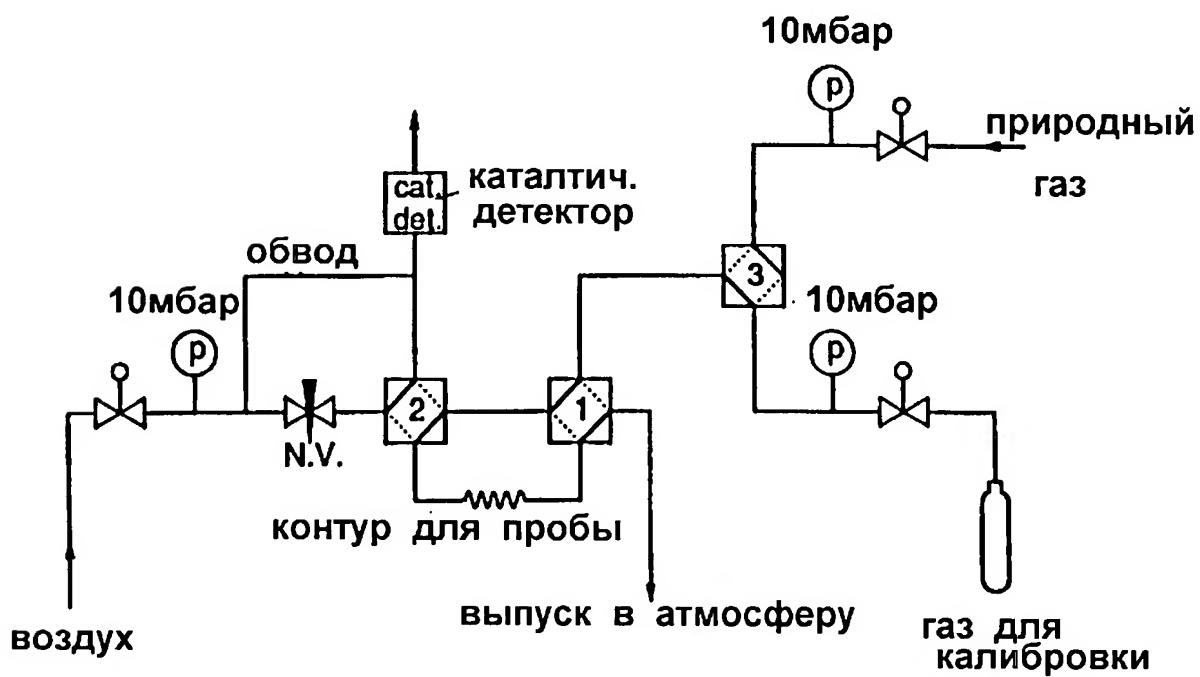
RU 2125262 C1

RU 2125262 C1



компоненты измерительного моста

Фиг.4



Фиг.5

RU 2125262 C1

RU 2125262 C1